

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 3407608 A1

⑯ Aktenzeichen: P 34 07 608.5  
⑯ Anmeldetag: 1. 3. 84  
⑯ Offenlegungstag: 6. 9. 84

⑯ Int. Cl. 3:  
B 02 C 17/00

B 02 C 17/18  
B 02 C 19/00  
B 02 C 23/24  
B 02 C 23/14  
C 04 B 35/00

⑯ Unionspriorität: ⑯ ⑯ ⑯  
01.03.83 JP P58-31850 01.03.83 JP P58-31851  
22.11.83 JP U58-179524

⑯ Anmelder:  
Misaki Shipbuilding & Engineering Co., Ltd.,  
Tokio/Tokyo, JP

⑯ Vertreter:  
Flügel, O., Dipl.-Ing.; Säger, M., Dipl.-Ing.,  
Pat.-Anw., 8000 München

⑯ Erfinder:  
Saito, Katsuichi, Nagaoka, Niigata, JP; Yoshikawa,  
Shokichiro, Mitaka, Tokio/Tokyo, JP; Hirai, Akira,  
Kamakura, Kanagawa, JP

⑯ Vorrichtung zur Pulverisierung, insbesondere Kugelmühle, und zur Klassifizierung von Teilchengrößen

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Pulverisierung, insbesondere Kugelmühle, und zur Klassifizierung von Teilchengrößen, mit einer Einrichtung zur Erzeugung von Magnetisierungskraft in Form von identisch ausgebildeten, gleich beabstandeten Elektromagneten, die eine Vielzahl von Elektromagnetreihen bilden, welche räumlich festgelegt und gleich beabstandet sind und sich von einem Ende zum anderen Ende eines Gehäuses innerhalb zweier räumlich festgelegter Winkelzonen erstrecken, deren erste von 135° bis 180° und deren zweite von 225° bis 360° reicht, wodurch in Kreisrichtung eine Vielzahl von Magnetsäulen gebildet wird, und mit einem Schaltungsnetz, mit dessen Hilfe die Elektromagnete der untersten Reihe in der zweiten Zone im Erregungszustand gehalten und alle anderen Magnete in zwei Gruppen alternierend und zyklisch erregt und aberregt werden, so daß jeder Elektromagnet einer Gruppe in kreuz und quer durch Reihe und Spalte verlaufender Richtung von Elektromagneten der anderen Gruppe flankiert ist.

CI  
DE 3407608 A1

01.03.84 3407608

Dipl.-Ing. Otto Flügel, Dipl.-Ing. Manfred Säger, Patentanwälte, Cosimastr. 81, D-8 München 81

Misaki Shipbuilding & Engineering Co., Ltd.

No. 6-5, 2-Chome, Yaesu, Chuo-Ku

Tokyo

J a p a n

12.398 fl/wa

Vorrichtung zur Pulverisierung,  
insbesondere Kugelmühle,  
und zur Klassifizierung von Teilchengrößen

P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Vorrichtung zur Pulverisierung, insbesondere Kugelmühle, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Einrichtung (22) zur Erzeugung von Magnetisierungskraft in Form von identisch ausgebildeten, gleich beabstandeten Elektromagneten (10) vorgesehen ist, die eine Vielzahl von Elektromagnetreihen bilden, welche räumlich festgelegt und gleich beabstandet sind und sich von einem Ende zum anderen Ende eines Gehäuses (7) innerhalb zweier räumlich festgelegter Winkelzonen erstrecken, deren erste von 135° bis 180° und deren zweite von 225° bis 360° reicht, wodurch in Kreisrichtung eine Vielzahl von Magnetsäulen gebildet wird, und daß ein Schaltungsnetz (11) vorgesehen ist, mit dessen Hilfe die Elektromagnete der untersten Reihe in der zweiten Zone im Erregungszustand gehalten und alle anderen Magnete in zwei Gruppen alternierend und zyklisch erregt und aberregt werden, so daß jeder Elektromagnet einer Gruppe in kreuz und quer durch Reihe und Spalte verlaufender Richtung von Elektromagneten der anderen Gruppe flankiert ist.

2. Vorrichtung zur Pulverisierung, insbesondere Kugelmühle, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Einrichtung (22) zur Erzeugung von Magnetisierungskraft in Form von identisch ausgebildeten, gleich

Dipl.-Ing. Otto Flügel, Dipl.-Ing. Manfred Sager, Patentanwälte, Cosimastr. 81, D-8 München 81

- 2 -

beabstandeten Elektromagneten (10) vorgesehen ist, die unbeweglich an der Außenfläche des zylinderförmigen Gehäuses (7) befestigt sind und eine Vielzahl von identischen, in Kreisrichtung gleich beabstandeten elektromagnetischen Reihen bilden, die in zwei versetzten Gruppen von Reihen rund um das Gehäuse (7) angeordnet sind, dessen Außenfläche in der Mitte in zwei zylinderförmige Hälften unterteilt ist, nämlich eine Hälfte pro Gruppe, wobei sich jede Reihe diagonal und in Drehrichtung des Gehäuses von dem Mittelkreis hin zu hinteren Ecke erstreckt und mit der Längslinie einen Winkel bildet, und wobei die Reihen der einen Gruppe im Verhältnis zu den Reihen der anderen Gruppe versetzt angeordnet sind, und daß ein Netz von Schaltkreisen (11) angeordnet ist, welche die sich drehenden Elektromagnetreihen anschalten, wenn diese zwei räumlich festgelegte Winkelzonen durchqueren, deren erste von 135° bis 180° und deren zweite von 225° bis 360° reicht.

3. Vorrichtung zur Pulverisierung von grobkörnigem Schüttgut und zur Klassifizierung der pulverisierten Teilchen in zumindest zwei Größenklassen, g e k e n n z e i c h n e t d u r c h einen Beschicker (1) für die Zulieferung von Rohmaterial zusammen mit Fördergas, eine horizontale Kugelmühle (20) mit einem nichtmagnetischen, dichten zylinderförmigen Gehäuse (21), welches Pulverisierungskugeln aus im wesentlichen ferromagnetischem, remanenzfreiem Werkstoff enthält, an beiden Enden gelagert bzw. festgelegt und zur Drehung an seiner Achse angetrieben wird, so daß das Material aus dem Beschicker (1) pulverisiert wird, eine Vielzahl von Einrichtungen (22) zur Erzeugung von Magneti-

01.03.84

3407608

Dipl.-Ing. Otto Flugel, Dipl.-Ing. Manfred Sager, Patentanwälte, Cosimastr. 81, D-8 München 81

- 3 -

sierungskraft, die rund um die zylindrische Außenfläche des Gehäuses räumlich so angeordnet sind, daß magnetische Anziehungskraft auf die Kugeln ausgeübt wird, und eine im Innenraum unterteilter Klassifizierungsbehälter (40), der die Mischung aus Transport- bzw. Fördergas und pulverisierten Teilchen aus der Kugelmühle aufnimmt und innen in zumindest zwei der Reihe nach angeordnete Teilchen-Auffangkammern unterteilt ist, die durch entgegengesetzt angeordnete Spielräume kommunizierend verbunden sind, so daß die Mischung aus Teilchen und Gas durch die aufeinanderfolgenden Kammern auf und ab strömt, wobei die Kammer am stromabwärtigen Ende einen Filterbeutel aufweist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, d a d u r c h g e - k e n n z e i c h n e t, daß das Förder- bzw. Transportgas ein Inertgas ist und daß zwischen der am stromabwärtigen Ende des Klassifizierungsbehälters (40) angeordneten Kammer und der Einlaßseite des Beschickers (1) eine Rezirkulationsweg vorgesehen ist und auf diese Weise durch den Beschicker (1), die Kugelmühle (20), den Klassifizierungsbehälter (40) und den Rezirkulationsweg eine geschlossene Leitungsschleife bzw. eine Doppelleitung für das Gas gebildet wird.

Dipl.-Ing. Otto Flügel, Dipl.-Ing. Manfred Säger, Patentanwälte, Cosimastr. 81, D-8 München 81

- 4 -

Für die vorliegende Anmeldung wird die Priorität der japanischen Patentanmeldung 58-31850 vom 1. März 1983, der japanischen Patentanmeldung 58- 31851 vom 1. März 1983 und der japanischen Gebrauchsmusteranmeldung 58-179524 vom 22. November 1983 in Anspruch genommen.

...

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Pulverisierung, insbesondere eine Kugelmühle, in Kombination mit einer Vorrichtung zur Klassifizierung von Teilchengrößen für die Herstellung extrem feiner Partikel.

Obwohl die erfindungsgemäße Vorrichtung nicht auf die Verwendung für spezifische industrielle Pulverisierungszwecke beschränkt ist, eignet sie sich im besonderen für die kontinuierliche Herstellung feiner Keramikteilchen mit einer Teilchengröße von mehreren Mikron, die zum Beispiel als Werkstoff für die Herstellung von Gasturbinenschaufeln in metallurgischen Verfahren oder als Werkstoff für die Herstellung von gedruckten elektrischen Leiterplatten verwendet werden.

Die kontinuierliche oder diskontinuierliche Produktion solch extrem feiner Teilchen durch Pulverisieren von Rohmaterial zu einer grobkörnigen Masse erfordert besondere Überlegungen mit Hinblick auf die Vorrichtungen für die Beschickung, das Mahlen in der Kugelmühle und die Klassifizierung der Teilchengrößen, und zwar aus dem Grunde, daß die Reduktion grobkörnigen Materials zu pulverförmigen Teilchen im allgemeinen sehr zeitaufwendig ist, daß extrem feine Teilchen normalerweise dazu neigen, Feuchtigkeit zu absorbieren und

01.00.84

3407608

Dipl.-Ing. Otto Flügel, Dipl.-Ing. Manfred Säger, Patentanwälte, Cosimastr. 81, D-8 München 81

- 5 -

sich zu festen Klumpen zusammenzuballen oder sich bei mangelnder Feuchtigkeit in der Luft verteilen und verfliegen und nicht zuletzt aus dem Grunde, daß solche Teilchen, deren Teilchengrößen breit gefächert sind, nicht ohne weiteres zu klassifizieren sind.

Damit liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Pulverisierungsvorrichtung in Form einer Kugelmühle zur Verfügung zu stellen, die eine problemlose Pulverisierung von Rohmaterial zu extrem feinen Partikeln in relativ kurzer Zeit erlaubt.

Nach einem Vorteil der Erfindung wird eine Vorrichtung zur Pulverisierung und zur Klassifizierung in Kombination mit einer Materialbeschickungsvorrichtung zur Verfügung gestellt, mit der Möglichkeit einer raschen und wirtschaftlichen Feinzerkleinerung im Mikron-Bereich, ohne daß die pulverisierten Partikel Raumluft ausgesetzt werden, und einer sofortigen Klassifizierung des hergestellten Pulvers in scharf definierte Untergruppen von Teilchengrößen.

Diese Aufgabe wird bei einer Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruches 1 erfindungsgemäß durch dessen kennzeichnende Merkmale gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Es folgt die Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen der Erfindung im Zusammenhang mit den Zeichnungen.

- 6 -

Es zeigt:

Figur 1 eine Seitenansicht einer erfindungsgemässen Pulverisierungsvorrichtung;

Figur 2 eine perspektivische Ansicht eines Mühlengehäuses nach dem Stand der Technik zur Darstellung der Bewegung der Kugeln;

Figur 3 eine perspektivische Ansicht eines erfindungsgemäßen Mühlengehäuses zur Darstellung der Bewegung der Kugeln;

Figur 4 eine perspektivische Ansicht eines zum Teil abgeschnittenen Mühlengehäuses zur Darstellung der Bewegung der Kugeln nach dem Stand der Technik;

Figur 5(a) eine graphische Darstellung der Relation zwischen Ertrag und Teilchengröße nach dem Stand der Technik;

Figur 5(b) eine graphische Darstellung der Relation zwischen Ertrag und Teilchengröße gemäß vorliegender Erfindung;

Figur 6(a) eine Schnittansicht einer erfindungsgemäß verwendeten Kugel;

Figur 6(b) eine Schnittansicht einer anderen erfindungsgemäß verwendeten Kugel;

Figur 7 eine perspektivische Ansicht einer schematisch dargestellten Mühle nach einer Ausführungsform der Erfindung;

Figur 8 eine Endansicht der in Figur 7 gezeigten Mühle;

Figur 9 eine Flächenansicht der in Figur 7 gezeigten Mühle;

Figur 10(a) eine Endansicht einer Mühle zur Darstellung der Zeitsteuerung eines Schalters für die Erregung von Elektromagneten;

Dipl.-Ing. Otto Flügel, Dipl.-Ing. Manfred Säger, Patentanwälte, Cosimastr. 81, D-8 München 81

- 7 -

Figur 10(b) eine graphische Darstellung der Impulse für die Erregung von Elektromagneten;  
Figur 11 eine im Zusammenhang mit vorliegender Erfindung verwendete Schaltung;  
Figur 12 eine andere perspektivische Ansicht der erfindungsgemäßen Mühle;  
Figur 13 eine andere Seitenansicht der erfindungsgemäßen Pulverisierungsvorrichtung;  
Figur 14 eine Seitenansicht zur Darstellung der Anordnung von Elektromagneten;  
Figur 15 eine Endansicht zur Darstellung der Bewegung der Kugeln;  
Figur 16 eine andere im Zusammenhang mit vorliegender Erfindung verwendete Schaltung.

Das in Figur 1 gezeigte Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung weist einen Beschicker 1, eine Kugelmühle 20 und einen Klassifizierer 40 auf, die in dieser Reihenfolge angeordnet und aneinander gekoppelt sind und ein durchgehendes Pulverisierungssystem bilden.

Der Beschicker 1 besteht aus einem Einfülltrichter 2, der in seinem Bodenbereich eine Drehdichtung 4 aufweist sowie ein drehbares Beschickungsrohr 3, das in horizontaler Richtung von der Drehdichtung abführt, welch letztere mit einem Gasventil 5 ausgestattet ist, so daß das zu pulverisierende Schüttgut in das Rohr 3 gefördert werden kann, und zwar zusammen mit dem Fördergas, welches bei einem durch die Einstellung des Ventils bestimmten Druck durch letzteres zugeleitet wird. Der solchermaßen gebildete Beschicker 1 ist in geeigneter Höhe an einer nicht abgebildeten Haltevorrichtung befestigt und gehalten.

Dipl.-Ing. Otto Flügel, Dipl.-Ing. Manfred Süger, Patentanwälte, Cosimastr. 81, D-8 München 81

- 8 -

Die Kugelmühle 20 besteht aus einem horizontalen Mühlengehäuse 21 zylindrischer Form, dessen End- oder Kopfplatten 24 parallel zueinander angeordnet sind, einer Einrichtung (22) zur Erzeugung von Magnetisierungskraft, die rund um die zylinderförmige Fläche des Mühlengehäuses verteilt ist, und einer Vielzahl identisch ausgebildeter Mahl- oder Pulverisierungskugeln, die innerhalb des Gehäuses lose und frei beweglich angeordnet sind. Das koaxial zu dem zylinderförmigen Gehäuse angeordnete drehbare Beschickungsrohr 3 ist auf stromaufwärtiger Seite fest bzw. starr mit einer End- bzw. Kopfplatte 24 verbunden, so daß grobkörniges Schüttgut zusammen mit dem Fördergas in das Gehäuse gelangen kann. Ein drehbares Abführrohr 25, das in ähnlicher Weise mit der stromabwärtigen Endplatte eines zylinderförmigen Gehäuses 44 einstückig ausgebildet ist, führt zu einem auf Stützen 41 gelagerten Klassifizierer 40 für die Teilchengrößen.

Das Beschickungsrohr 3 und das Abführrohr 25 sind durch Lager 26 gehalten, die auf geeigneten Lagerböcken oder Stützeinrichtungen 32 montiert sind, so daß das Gehäuse 21 an seiner Achse gedreht werden kann, wobei die beiden Rohre 3,25 die Funktion einer Welle übernehmen. Die Lager tragen das Gewicht des Gehäuses und dessen Ladeguts.

Als Einrichtung, durch welche das zylinderförmige Gehäuse in Drehung gesetzt wird, dient eine große Riemenscheibe 30, die bewegungsfest bzw. starr an dem Beschickungsrohr 3 befestigt ist, und eine kleine Riemenscheibe 28 an der Ausgangswelle eines Antriebsmotors 27, der in geeigneter Lage unterhalb des Gehäuses und des Beschickers 1 angeordnet ist, wobei als An-

Dipl.-Ing. Otto Flügel, Dipl.-Ing. Manfred Sager, Patentanwälte, Cosimastr. 81, D-8 München 81

- 9 -

triebsmittel ein Riemen 29 dient, der die beiden Riemenscheiben 28, 30 verbindet, so daß der Antrieb auf das zylinderförmige Gehäuse übertragen wird.

Der Klassifizierer 40 für die Teilchengrößen ist ein schlanker, kastenartiger Behälter mit einer oberen Platte 49, einer Bodenplatte 50, Endplatten 45 und nicht abgebildeten Seitenplatten und weist ein horizontales Einlaßrohr 43 auf, das sich von der stromaufwärigen Endplatte 45 gerade und in fluchtender Anordnung mit dem drehbaren Abführrohr 25 hin zu letzterem erstreckt. Das Einlaßrohr 43 ist über eine Drehdichtung 42 an das Abführrohr 25 angefügt. Ein Auslaßrohr 57 für die Ableitung des Fördergases aus dem Klassifizierer 40 ist aus der stromabwärigen Endplatte 45 herausführend an letzterer angeordnet. Ein Kodierer 34 wird über Getrieberäder 33 ebenfalls von dem Antriebsmotor 27 angetrieben.

Der Innenraum des Klassifizierers 40 ist mit insgesamt vier Querplatten, deren drei durch die Bezugsziffern 46, 47 und 48 gekennzeichnet sind, der Reihe nach in vier Teilchen-Auffangkammern 51, 52, 53 und 56 unterteilt. Die Ober- oder Unterkanten der drei Platten 46, 47 und 48 sind abwechselnd nicht an der oberen Platte 49 oder unteren Platte 50 befestigt und bilden somit einen oberen oder unteren Freiraum bzw. Spalt S, so daß die Mischung aus pulverisierten Teilchen und Fördergas, die durch das Einlaßrohr 43 in den Klassifizierer eintritt, die aufeinanderfolgenden Kammern und Spalte zwangsläufig auf und ab durchwandern bzw. durchströmen, wobei die durch das Gas getragenen Teilchen durch Schwerkraft auf den Boden jeder Kammer fallen und dort gesammelt werden. Die sich in der Kammer 51 am strom-

Dipl.-Ing. Otto Flügel, Dipl.-Ing. Manfred Säger, Patentanwälte, Cosimastr. 81, D-8 München 81

- 10 -

aufwärtigen Ende sammelnden Teilchen gehören der Untergruppe mit größter Teilchengröße und die sich in der Kammer 53 sammelnden Teilchen der Untergruppe mit der kleinsten Teilchengröße an.

Die Kammer an dem stromabwärtigen Ende enthält einen Filterbeutel 54, der an der zentralen Öffnung in der die Kammer 53 von der Endkammer 56 trennenden Trennplatte befestigt ist und feinere mit dem Gas transportierte Teilchen auffängt, die entweder verwendet werden oder Abfall bilden.

Bei Betrieb der wie vorstehend erläutert ausgebildeten und angeordneten Vorrichtung erfolgt die Materialzufuhr durch den Beschicker 1, die Pulverisierung durch die Mühle 20 und die Größenklassifizierung durch den Klassifizierer 40 übereinstimmend und koordiniert, so daß ein kontinuierlicher Ablauf stattfindet, wobei der Einfülltrichter 2 fortlaufend mit Schüttgut gefüllt und das Fördergas über eine beliebige, zu diesem Zweck bekannte Einrichtung durch das Gasventil 5 unter Druck in das drehbare Beschickungsrohr geleitet wird, während Teilchenablagerungen in den jeweiligen Kammern des Klassifizierers 40 mittels einer beliebigen, zu diesem Zweck bekannten Vorrichtung, zum Beispiel in der Art von selbstöffnenden Toren, nach draußen abgeführt werden. Es bedarf keiner besonderen Erwähnung, daß die erfindungsgemäße Vorrichtung diskontinuierlich bzw. im Chargenbetrieb betrieben werden kann, wobei jeweils eine Schüttgutladung pulverisiert wird. In jeder der genannten Betriebsarten sind die gasgefüllten Innenräume hermetisch abgeschlossen und von Außenluft isoliert, mit Ausnahme an dem Auslaßrohr 57 und - nach Möglichkeit - an der Drehdichtung 4 im Bodenbereich des Beschickers 1.

Dipl.-Ing. Otto Flügel, Dipl.-Ing. Manfred Süger, Patentanwälte, Cosimastr. 81, D-8 München 81

- 11 -

Das aus dem Auslaßrohr 57 austretende Gas kann mittels einer nicht dargestellten Gaspumpeneinrichtung zu dem Gasventil 5 zurückgeleitet werden, so daß das Gas in einer geschlossenen Doppelleitung rezirkuliert. Diese Anordnung ist insbesondere dann Vorteilhaft, wenn zur Vermeidung chemischer Reaktionen zwischen dem Gas und dem zu pulverisierenden Material teueres Edelgas als Förder- bzw. Transportgas verwendet wird.

Vor der Beschreibung der erfindungsgemäßen Kugelmühle sei nachstehend im Zusammenhang mit den Figuren 2, 4 und 5(a) auf einige Nachteile herkömmlicher Kugelmühlen hingewiesen.

Figur 2 zeigt den Vorgang der Pulverisierung in einer herkömmlichen Kugelmühle, die in abgeschnittener Ansicht dargestellt ist, wobei die transversalen Sektionen des zylinderförmigen Gehäuses der Mühle 20 durch die Viertelkreise I, II, III und IV ersichtlich sind, die zentrisch zu der Gehäuseachse angeordnet und räumlich festgelegt sind. Während der Drehung des Gehäuses in der angegebenen Richtung werden die Kugeln 62 und das Rohmaterial bzw. Schüttgut durch die Gehäuseinnenwand mitgeschleppt und steigen an der Wand in dem Viertelkreis III hoch. Deutlich bevor die Kugeln in den Viertelkreis II über dem Viertelkreis III ansteigen, wird die Mitschleppkraft durch die Schwerkraft überwunden; und - vergleichbar mit anrollenden Wellen beim Surfen am Meerstrand - fallen die Kugeln, wenn sie nicht von der Wand abfallen, aus der Nähe des Punkts E zurück in die Nähe des Punkts C und bewirken einen Aufprall auf den anderen Kugeln und auf dem Material. Insbesondere ist zu bemerken, daß der Weg der abfallenden Kugeln kurz und der Aufprall schwach ist. Wichtiger ist noch, daß die Wand in dem Viertelkreis I,

Dipl.-Ing. Otto Flügel, Dipl.-Ing. Manfred Säger, Patentanwälte, Cosimastr. 81, D-8 München 81

- 12 -

ganz abgesehen von den oberen Viertelkreisen II und III, kaum genutzt wird.

Ein wünschenswertes Verhalten der Kugeln ist in Figur 3 dargestellt, wo die Kugeln über den Viertelkreis III beinahe die Oberseite erreichen und abfallen als würden sie weggeworfen, so daß sie über einen längeren Weg entlang einer parabolischen Bahn auf der Bodenfläche landen, die einen Teil des Viertelkreises I einschließt. Der Aufprall bzw. die Fallwucht ist sehr viel größer, und deshalb findet auch eine stärkere Zerkörnung bzw. Zermalmung statt. Bei diesem Verhalten der Kugeln jedoch ist jede einzelne Kugeln keinen oder nur geringen, zu einer seitlichen Bewegung, das heißt in Längsrichtung innerhalb des Gehäuses, tendierenden Kräften ausgesetzt, so daß die Kugeln zum Anstieg tendieren und in einem örtlich begrenzten Bereich in dem Zylinder abfallen, wie das in Figur 4 gezeigt ist. Die Wahrscheinlichkeit besteht, daß sich viele örtlich begrenzte Sektionen finden, in welchen nur eine geringe oder keine Pulverisierung stattfindet. Da nicht nur die Schlagwirkung der kollidierenden Kugeln für die Pulverisierungswirkung verantwortlich ist, sondern auch eine Abscherwirkung zusammengedrängter Kugeln in willkürlicher Bewegung, kann selbst das in Figur 3 dargestellte Verhalten der Kugeln die bei einer Kugelmühle vorausgesetzte hohe Pulverisierungswirkung nicht erreichen.

Die Pulverisierungswirkung läßt sich unter anderem anhand der Verteilung der Teilchengrößen in dem Endprodukt testen. In den Figuren 5(a) und (b) sind zwei Fälle der Verteilung graphisch dargestellt, wobei A jeweils die gewünschte Teilchengröße zeigt. In dem

Dipl.-Ing. Otto Flügel, Dipl.-Ing. Manfred Sager, Patentanwälte, Cosimastr. 81, D-8 München 81

- 13 -

Fall (a) ist die Quantität der gewünschten Teilchen klein, in dem Fall (b) dagegen sehr groß. Es ist die besondere Aufgabe der Erfindung, eine Kugelmühle ohne die vorerwähnten Nachteile einer herkömmlichen Kugelmühle zur Verfügung zu stellen, und zwar für die Herstellung einer großen Teilchenmenge aus jeder Masseneinheit von Rohmaterial in einem eng gefaßten Bereich von Untergrößen mit einer Einmittlung auf die gewünschte Teilchengröße A in der anhand der Kurve des Falles (b) dargestellten Weise, so daß die Pulverisierungsleistung höher und das puderförmige Endprodukt für die Klassifizierung in dem Klassifizierer 40 der eingangs beschriebenen Konstruktion besser geeignet ist.

Als Einrichtung für die Erzeugung von Magnetisierungskraft weist die erfindungsgemäße Kugelmühle 20 Elektromagnete auf, deren Ausbildung und Größenbemessung identisch sind, und die von dem Leitungsnetz zu diesem Zweck bekannter Schaltkreise (nicht abgebildet) gesteuert werden, wobei jeder Schaltkreis für die Erregung und Aberregung eines oder mehrerer Elektromagneten dient, und der Schalter der Schaltkreise mittels einer an die Drehbewegung des Mühlenzyinders angeschlossenen Einrichtung mechanisch geöffnet und geschlossen wird, so daß die Pulverisierungskugeln ohne sich selbst auszurichten auf die in Figur 3 gezeigte Weise ein in Figur 4 dargestelltes geordnetes Feld bilden. Es bedarf keiner besonderen Erwähnung, daß jeder Elektromagnet relativ zu dem zylinderförmigen Gehäuse angeordnet ist, wobei deren magnetische Achsen im allgemeinen senkrecht zur Gehäuseoberfläche orientiert sind. Wenn der Elektromagnet erregt wird, so durchdringen die sich ergebenden magnetischen Kraftlinien von dem inneren Pol des Magnets die Gehäusewan-

Dipl.-Ing. Otto Flügel, Dipl.-Ing. Manfred Säger, Patentanwälte, Cosimastr. 81, D-8 München 81

- 14 -

dung und ziehen jene Kugeln an, die sich zufällig in Polnähe befinden. Aus diesem Grunde muß das Gehäuse relativ durchlässig, remanenzfrei und aus nichtmagnetischem Werkstoff, zum Beispiel aus 18-8 rostfreiem Stahl, hochfestem Aluminium oder verstärktem Kunststoff 65 oder 65a sein. Die Innenfläche ist mit einem verschleißfesten Werkstoff auszukleiden, zum Beispiel Aluminium oder Flint, der für die Kraftlinien durchlässig ist. Die Pulverisierungskugeln 62 sind dagegen aus ferromagnetischem Werkstoff herzustellen, zum Beispiel aus Weicheisen, was den kugelförmigen Kern gemäß Figur 6(a) oder den einem "Football" ähnlichen Kern gemäß Figur 6(b) betrifft, wobei der Kern in beiden Fällen mit einem verschleißfesten Werkstoff in der Art von Aluminium, Flint oder dergleichen zu beschichten ist. Die Ausbildung der Kugeln ist nicht auf die beiden gezeigten Formen beschränkt. Es ist jede andere Form möglich, zum Beispiel Tönnchenform, vorausgesetzt, daß der Kern aus ferromagnetischem Werkstoff besteht.

Gemäß einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Kugelmühle sind die Elektromagnete rund um das zylinderförmige Gehäuse verteilt und räumlich festgelegt, wobei zwischen den Elektromagneten und dem Gehäuse ein geringes Drehsitzspiel vorhanden ist, wie das die Figuren 7 und 8 zeigen, auf die sich die nachfolgende Beschreibung bezieht.

Elektromagnete 10 sind an der Innenseite des Stützgehäuses bzw. tragenden Gehäuses 12 montiert und festgelegt, und zwar konzentrisch zu dem zylinderförmigen Mühlengehäuse 7, dessen Außenwandung 8 nicht magnetisch, jedoch durchlässig ist, und dessen Innenwandung 9 magnetisch durchlässig und verschleißfest ist. Die

Dipl.-Ing. Otto Flügel, Dipl.-Ing. Manfred Süger, Patentanwälte, Cosimastr. 81, D-8 München 81

- 15 -

Elektromagnete sind in einer Vielzahl von Reihen angeordnet, die sich in Längsrichtung parallel zur Gehäuseachse erstrecken und in Kreisrichtung gleich beabstandet sind, wobei jede Reihe aus einer Vielzahl von gleich beabstandeten Elektromagneten 10 besteht. Die Reihen sind in zwei Kreiszonen angeordnet, wobei die erste von etwa  $135^\circ$  bis  $180^\circ$  und die zweite von etwa  $225^\circ$  bis  $360^\circ$  reicht. Dabei liegt die Oberseite bei  $360^\circ$  und die Unterseite bei  $180^\circ$ , und zwar gemessen in der Drehrichtung des Gehäuses. In dem angegebenen Beispiel liegen die Reihen g, f in der ersten Zone  $\gamma$ , die Reihen e, d, c, b und a in der zweiten Zone  $\alpha$ . Von der Seite gesehen sind die Elektromagnete 10 in Längsreihen und in Kreisspalten angeordnet. Diese Anordnung ist in der Flächenansicht in Figur 9 gezeigt.

Was die Erregungssteuerung über diesen Elektromagneten betrifft, so befinden sie sich alle in zwei elektrischen Gruppen, mit Ausnahme der untersten Reihe e in der zweiten Zone  $\alpha$ . Die Elektromagnete e, e', ea usw. der Reihe e sind während des Betriebs ständig im Erregungszustand zu halten, während jene in der anderen Gruppe abzuerregen sind. Das bedeutet mit anderen Worten, daß die zwei Gruppen abwechselnd und zyklisch zu erregen sind, so daß bei Anschalten irgendeines der Magneten die diesem in Längs- und Kreisrichtung benachbarten Magnete abgeschaltet werden. Dieses Verhältnis wird deutlicher in der Flächenansicht in Figur 9, wo die mit einem doppelten Kreis gekennzeichneten Magnete eine Gruppe und die mit einem einzelnen Kreis gekennzeichneten Magnete die andere Gruppe bilden. Die zyklische Zeitsteuerung ist auf der Grundlage der Umdrehungsgeschwindigkeit des zylinderförmigen Gehäuses auf die in dem Zeitsteuerungsdiagramm in Figur 10

Dipl.-Ing. Otto Flügel, Dipl.-Ing. Manfred Säger, Patentanwälte, Cosimastr. 81, D-8 München 81

- 16 -

gezeigte Weise zu bestimmen, wobei zum Zwecke der Darstellung des für diese Anordnung der Elektromagnete 10 erforderlichen Steuerungs- bzw. Ansteuerungsverfahrens für die Erregung ein bestimmter Punkt des Gehäuses bei A angegeben ist.

Wird in bezug auf Figur 10(a) angenommen, daß sich Punkt A bei Betrieb innerhalb des sich unter dem Elektromagnet c erstreckenden Winkelfeldes befindet, so bleibt dieser Elektromagnet während der Bewegung des Punkts A in diesem Feld erregt, und die dem Elektromagnet c benachbarten Elektromagnete b und d bleiben aber regt. Während sich Punkt A in das nächste, dem Elektromagnet b zugehörige Feld hineinbewegt, wird dieser Elektromagnet erregt, und dessen benachbarte Elektromagnete c und a werden aber regt.

Der Erregerstrom ist impulsförmig, wie das Figur 10(b) zeigt, wobei die Impulse für die Magnete b und d in obiger Beschreibung eigentlich für die eine Magnetgruppe, die Impulse für die Magnete a, c und e dagegen für die andere Gruppe vorgesehen sind. Wegen der elektrischen Trägheit aufgrund der Selbstinduktivität eines eng gewickelten Elektromagnets, wie das bei den vorliegenden Magneten der Fall ist, müssen die zwei Impulsarten geringfügig überlappt werden, wenn der Impuls für eine Gruppe im Zuge der abwechselnden Erregung von dem Impuls für die andere Gruppe gefolgt wird.

Diese Art von alternierender, jedoch leicht überlappender Erregung ist mit Hilfe des Netzes von Schaltkreisen zu bewerkstelligen, dessen einer wie in Figur 11 dargestellt ausgebildet sein kann, wobei die Schal-

01.03.84

3407608

Dipl.-Ing. Otto Flügel, Dipl.-Ing. Manfred Siger, Patentanwälte, Cosimastr. 81, D-8 München 81

- 17 -

tung 11 aus einem Feldeffekttransistor gebildet ist, dessen Senke D über eine parallele Widerstand-Kondensator-Schaltung  $R_4$ , C an den Magnet L angeschlossen ist, wobei das Tor G über Spannungsteiler  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  an einen mechanischen Schalter S angeschlossen ist, der in einer zu diesem Zweck bekannten Weise durch ein an dem Drehgehäuse der Kugelmühle 20 befestigtes Element betätigt wird. Die zu dem Magnet L parallel angeordnete Diode F verhindert eine Interferenz des elektrischen Trägheitseffekts mit dem Schema alternierender Erregung. Selbstverständlich kann der Schalter S durch einen elektronischen Schalter ersetzt werden, der von einem Tachogenerator betätigt wird, welcher durch das Drehgehäuse oder von einem ähnlich angetriebenen Kodierer über einen Verstärker angetrieben wird, solange die schrittweise Betätigung des Schalters mit der Drehung des Gehäuses dauert.

Die Wirkung der wie vorstehend beschrieben angeordneten und gesteuerten Elektromagnete wird nachstehend insbesondere im Zusammenhang mit Figur 8 beschrieben, in der vier räumliche Positionen innerhalb des zylindrischen Gehäuses 7 mit A, B, C und D gekennzeichnet sind. Wenn sich das Gehäuse mit dessen Ladung aus Kugeln und Rohmaterial 63 inlosem Mischungszustand an seiner Achse dreht, erfahren die Kugeln an der Position A, wo die Magnetreihe e - wie vorstehend erwähnt - erregt bleibt, plötzlich eine starke Zugkraft. In dem darauffolgenden Moment geraten diese Kugeln unter den Einfluß der Reihe d, in welcher jeder zweite Magnet im Erregungszustand ist, so daß die gleichen Kugeln, die an die Wand gezogen werden, einer Zugkraft in Längsrichtung ausgesetzt sind, und zwar je nach deren Lageverhältnis zu den erregten Magneten der Rei-

- 18 -

he d entweder nach vorne oder nach hinten. Dadurch ändert sich die Lage der Kugeln, während diese nach oben geschleppt werden. Eine vergleichbare Lageveränderung findet statt, wenn die Kugeln unter den Einfluß der Reihe c geraten, und während sich die Kugeln zickzackförmig der Position B nähern, beginnen sie in den den Raum geschleudert zu werden, und zwar nicht alle gleichzeitig, sondern willkürlich, da nämlich auch die Elektromagnete der Reihe a alternierend und zyklisch an- und abgeschaltet werden, wie das in Figur 9 gezeigt ist.

Die in Frage stehenden Kugeln fallen daher entlang parabolischer Bahnen, die nicht unbedingt senkrecht zur Gehäuseachse verlaufen müssen, sondern einige Winkel bilden können, nämlich aus dem einfachen Grund, daß die Kugeln in dem Moment, wo sie an der Position B von der Gehäusewandung freigegeben werden, einer Zugkraft in Längsrichtung ausgesetzt sind. Die Umdrehungsgeschwindigkeit des Gehäuses ist so eingestellt, daß die Kugeln auf dem Teil der Gehäusewandung in Position C landen, so daß das Material durch den Aufprall zerstoßen wird, die Teilchen von den Wandflächen abgeschüttelt werden und sofort unter den Einfluß der Reihen f und g geraten, deren Magnete alternierend und zyklisch in der vorbeschriebenen Weise an- und abgeschaltet werden. Auch in dieser ersten Zone Y werden die Kugeln durch die Magnetwirkung zwangsläufig zickzackförmig bewegt und üben dabei eine die Zertrümmerungswirkung ergänzende Scherkraft auf das Material aus. Es wurde festgestellt, daß die Pulverisierungswirkung der Kugeln, die auf die genannte Weise durch die Innenfläche des Drehgehäuses mitgeschleppt und durch die Elektromagnete zwangsläufig zickzackförmig bewegt wer-

Dipl.-Ing. Otto Flügel, Dipl.-Ing. Manfred Säger, Patentanwälte, Cosimastr. 81, D-8 München 81

- 19 -

den, noch intensiver gestaltet werden kann, indem die Wicklung der Elektromagnete so getroffen wird, daß die Polarität eines Magnets umgekehrt jener des benachbarten Magnets ist.

Bei einer anderen Ausführungsform der erfindungsgemässen Kugelmühle werden die Pulverisierungskugeln in eine mit der vorbeschriebenen Art vergleichbare, wenn nicht damit identische zusammengesetzte bzw. gemischte Bewegung gesetzt, und zwar mittels einer Vielzahl von Elektromagneten, die an der Außenfläche des zylinderförmigen Drehgehäuses 7 montiert und befestigt sind, wie das in den Figuren 12, 13, 14 gezeigt ist, wo das dargestellte Beispiel acht Reihen von je drei Elektromagneten aufweist, die über die gesamte Zylinderfläche des Gehäuses 7 hinweg versetzt angeordnet sind, wobei sich jede Reihe ausgehend von einem auf der Zylinderfläche gezogenen imaginären Kreis diagonal erstreckt, der das Gehäuse 7 in zwei gleiche Zylinderhälften unterteilt und am Ende der zylinderförmigen Fläche endet.

Zum Zwecke der Verteilung dieser Elektromagnetreihen ist die Außenfläche des Gehäuses 7 so zu betrachten, als wäre diese durch insgesamt acht gleich beabstandete und sich parallel zur Gehäuseachse erstreckende Längslinien unterteilt, so daß die Fläche sechzehn gleich groß abgegrenzte Bereich bzw. Felder aufweist, mit acht Bereichen bzw. Feldern auf jeder Seite des vorgenannten Halbierungskreises. Eine diagonale Reihe von drei Elektromagneten, die sich ausgehend von dem Halbierungskreis in die Drehrichtung des Gehäuses erstreckt, ist in jedem zweiten der acht Felder auf jeder Seite angeordnet, und zwei Gruppen zu jeweils acht

Dipl.-Ing. Otto Flügel, Dipl.-Ing. Manfred Säger, Patentanwälte, Cosimastr. 81, D-8 München 81

- 20 -

Reihen sind derart versetzt, daß zwischen zwei benachbarten Längslinien nur eine Reihe vorhanden ist, wie das aus den Figuren 12, 13, 14 und 15 hervorgeht, in welchen die Reihen bei Bezugsziffer 13 und die Elektromagnete bei Bezugsziffer 14 angegeben sind.

Die Praxis hat gezeigt, daß der Winkel  $\theta$  zwischen der Längslinie und jeder Reihe 13 irgendwo zwischen  $30^\circ$  und  $45^\circ$  liegen sollte, obwohl die Größe von der Größe der Pulverisierungskugeln, dem Durchmesser des Gehäuses 7 und der Beschaffenheit des zu pulverisierenden Rohmaterials abhängig ist.

Elektromagnete 14, die sich mit dem Gehäuse drehen, sind sequentiell zu erregen und abzuerregen, nämlich unter der Steuerung des Netzes von Schaltkreisen, bei vorzugsweise einem Schaltkreis pro Elektromagnet, die extern vorgesehen sind, jedoch mit der Drehung des Gehäuses 7 schrittweise betätigt werden.

Wie in der vorstehend beschriebenen Ausführungsform der erfindungsgemäßen Kugelmühle, ist das in Drehbewegung befindliche Gehäuse 7 von der Endseite her zu betrachten, und zwar durch eine räumlich festgelegte kreisförmige Skala, deren Mitte sich an der Gehäuseachse befindet. Dies dient dem Zweck des An- und Abschaltens der Elektromagnete gemäß einem Schema, das ähnlich wie das Schema bei vorstehend beschriebener Ausführungsform ist.

Bei Drehung des Gehäuses 7 müssen die Reihen 13 erregt bleiben, die sich in und durch zwei Winkelzonen bewegen, nämlich - abgelesen von der räumlich festgelegten imaginären Skala - von etwa  $135^\circ$  bis  $180^\circ$  für

Dipl.-Ing. Otto Flügel, Dipl.-Ing. Manfred Sager, Patentanwälte, Cosimastr. 81, D-8 München 81

- 21 -

die erste Zone und von etwa 225° bis 360° oder zum obersten Punkt für die zweite Zone. Das bedeutet kurz ausgedrückt, daß sechzehn Reihen 13 während ihrer Drehung sequentiell an- und abgeschaltet werden. Ein Beispiel eines für diesen Zweck geeigneten Schaltkreises ist in Figur 16 gezeigt, der im wesentlichen vergleichbar ist mit dem in der vorhergehenden Ausführungsform beschriebenen Schaltkreis, lediglich mit dem Unterschied, daß der Schaltkreis dieser zuletzt beschriebenen Ausführungsform anstelle eines Magnets eine Reihe von drei Magneten 14 bedient. Demnach ist für eine Kugelmühle gemäß dieser Ausführungsform ein Netz aus sechzehn solcher Schaltkreise erforderlich.

Die Wirkungsweise der wie vorstehend beschrieben angeordneten und gesteuerten Elektromagnetreihen wird nachstehend im Zusammenhang mit Figur 15 beschrieben, in welcher die Winkelskala in gleiche Felder I bis VIII unterteilt ist, wobei Feld V der ersten Zone entspricht und die Felder III, II und I der zweiten Zone entsprechen. Während sich das Gehäuse bei Betrieb zusammen mit seiner Ladung aus Kugeln 62 und Rohmaterial 63 in freiem bzw. losem Zustand dreht, üben die sich durch die zweite Zone drehenden Elektromagnetreihen auf die Kugeln dort magnetische Zugkraft aus. Da aber die Reihen versetzt angeordnet sind, werden die Kugeln zwangsläufig in Längsrichtung nach vorne und hinten bewegt und klettern in diesem Zwangszustand und Zustand magnetischer Anziehung ausgehend von dem Eingangspunkt A hoch bis zum obersten bzw. höchsten Punkt B, so als würden die Kugeln von den erregten Reihen geschoben werden. An und in der Nähe des höchsten Punkts B beginnen die Kugeln freigegeben und in den Raum geschleudert zu werden, und zwar im allgemeinen in intermittierender Kaskadenform, nämlich zuerst

Dipl.-Ing. Otto Flügel, Dipl.-Ing. Manfred Säger, Patentanwälte, Cosimastr. 81, D-8 München 81

- 22 -

durch eine Reihe auf einer Seite des Teilungskreises und dann durch eine weitere Reihe auf der anderen Seite des Teilungskreises, wodurch bewirkt wird, daß sich die Kugeln willkürlich mischen, wenn sie auf jene Kugeln fallen bzw. treffen, die sich unter Einfluß der erregten Reihen in der ersten Zone oder dem Feld I befinden. Wie bei der vorher beschriebenen Ausführungsform ist der Weg des parabolischen Falls der Kugeln wesentlich länger als bei einem Fall der Kugeln nur durch Schwerkraft, und der Aufprall, mit welchem die Kugeln landen, ist ebenso stark.

Figur 16 zeigt eine andere Ausführungsform einer im Zusammenhang mit der Vorrichtung gemäß den Figuren 12 bis 15 verwendeten elektrischen Schaltung, wobei die Art der Erregung der Elektromagnete die gleich ist wie bei der in Figur 11 gezeigten Schaltung. Die drei Spulen L der Magnetreihen 13 sind parallelgeschaltet, und ein Anschluß jeder Spule 13 ist an den positiven Pol einer Batterie und ein weiterer Anschluß an einen Feldeffekttransistor (FET) angeschlossen. Wenn ein Schalter S geöffnet wird, so werden die Spulen L erregt. Anstelle der Schaltung 15 kann jedoch auch eine andere Art eines Begrenzungsschalters verwendet werden, der mittels eines Nockens betätigt wird, welcher durch die drehende Welle des Gehäuses angetrieben wird.

Dipl.-Ing. Otto Flügel, Dipl.-Ing. Manfred Säger, Patentanwälte, Cosimastr. 81, D-8 München 81

- 1                   Beschicker
- 2                   Einfülltrichter
- 3                   drehbares Beschickungsrohr
- 4                   Drehdichtung
- 5                   Gasventil
- 6
- 7                   zylinderförmiges Mühlengehäuse
- 8                   Außenwandung
- 9                   Innenwandung
- 10                  Elektromagnete
- 11                  Schaltkreise
- 12                  Stützgehäuse
- 13                  Elektromagnetreihen
- 14                  Magnete
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20                  Kugelmühle
- 21                  horizontales Mühlengehäuse
- 22                  Einrichtung zur Erzeugung von Magnetisierungskraft
- 23
- 24                  End- bzw. Kopfplatten
- 25                  drehbares Abführrohr
- 26                  Lager
- 27                  Antriebsmotor
- 28                  kleine Riemenscheibe
- 29                  Riemen
- 30                  große Riemenscheibe
- 31
- 32                  Lagerböcke
- 33
- 34
- 35
- 36
- 37

3407608

U.S. Patent Office

Dipl.-Ing. Otto Flügel, Dipl.-Ing. Manfred Säger, Patentanwälte, Cosimastr. 81, D-8 München 81

- 38
- 39
- 40        Klassifizierer
- 41        Stützen
- 42
- 43
- 44        zylinderförmiges Gehäuse
- 45        Endplatten
- 46        }  
47        Querplatten
- 48        }
- 49        obere Platte
- 50        untere Platte
- 51        }  
52        Teilchen-Auffangkammern
- 53        }
- 54        Filterbeutel
- 55
- 56        Teilchen-Auffangkammer
- 57        Auslaßrohr
- 58
- 59
- 60
- 61
- 62        Pulverisierungskugeln
- 62a      "Football"-ähnlicher Kern
- 63        Rohmaterial bzw. Schüttgut
- 64
- 65        }  
65a      verstärkter Kunststoff
- 66        kugelförmiger Kern

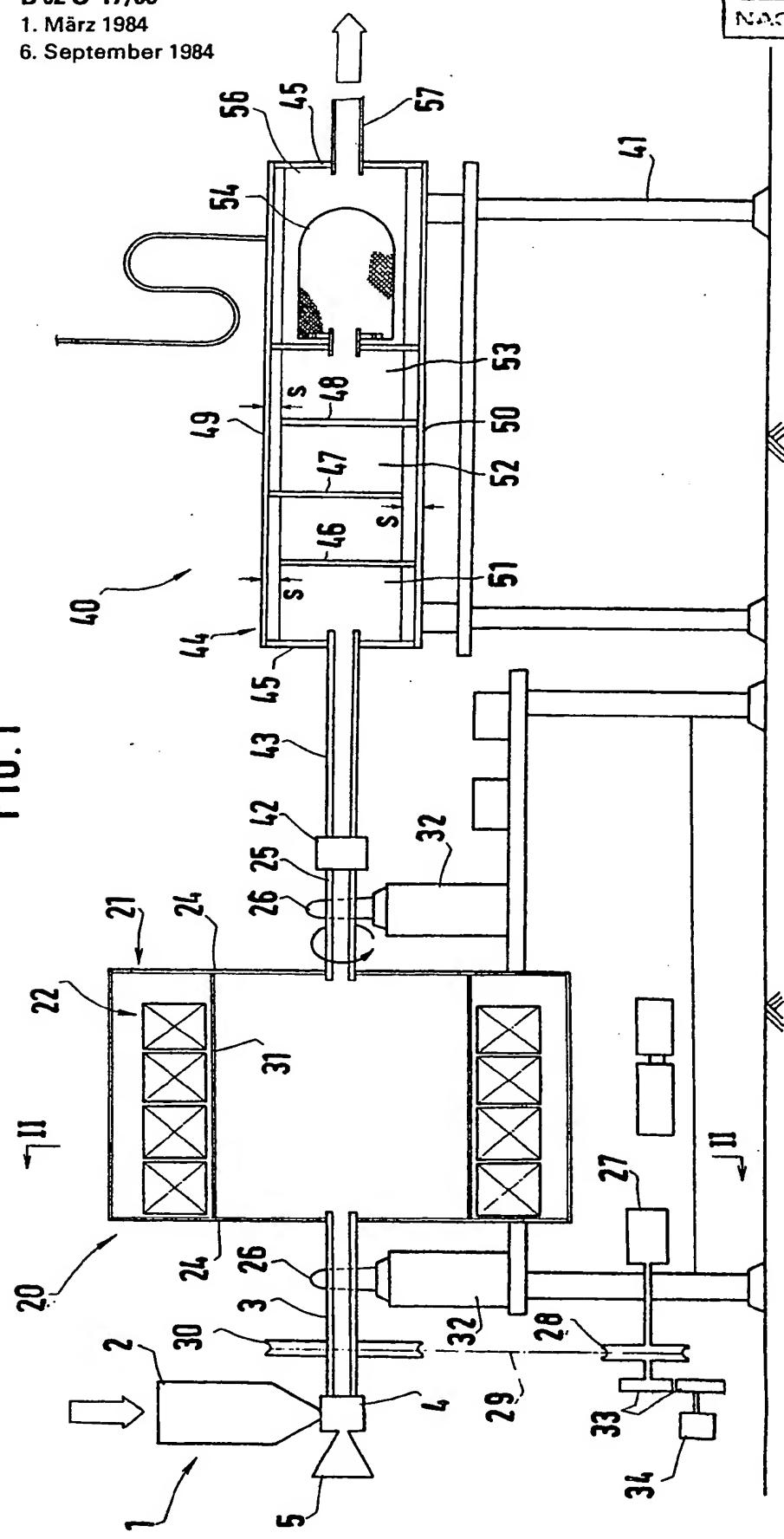
Nummer:  
Int. Cl. 3:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

34 07 608  
B 02 C 17/00  
1. März 1984  
6. September 1984

31.08.00.04 3407608

NACHBEREICHT

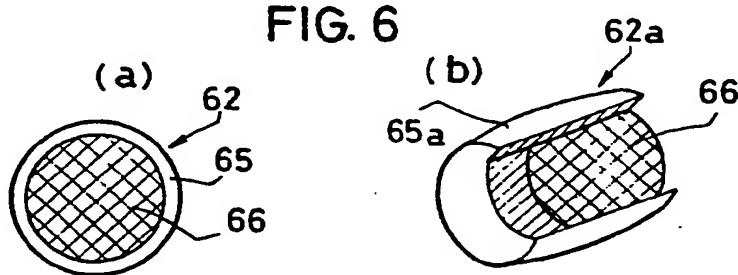
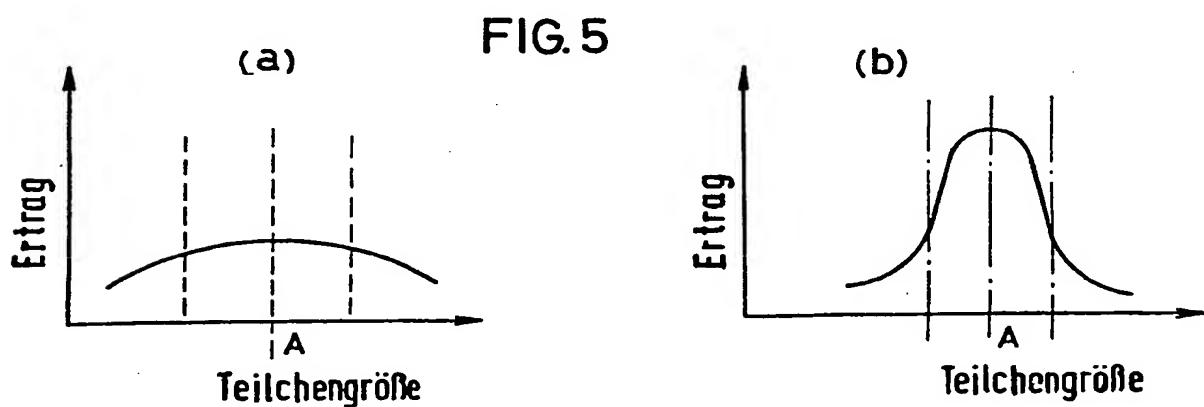
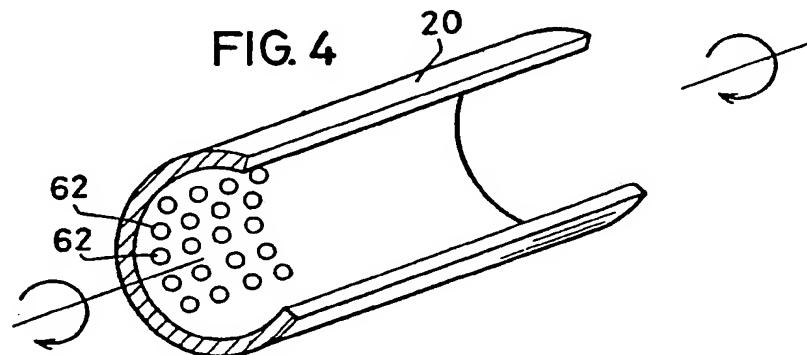
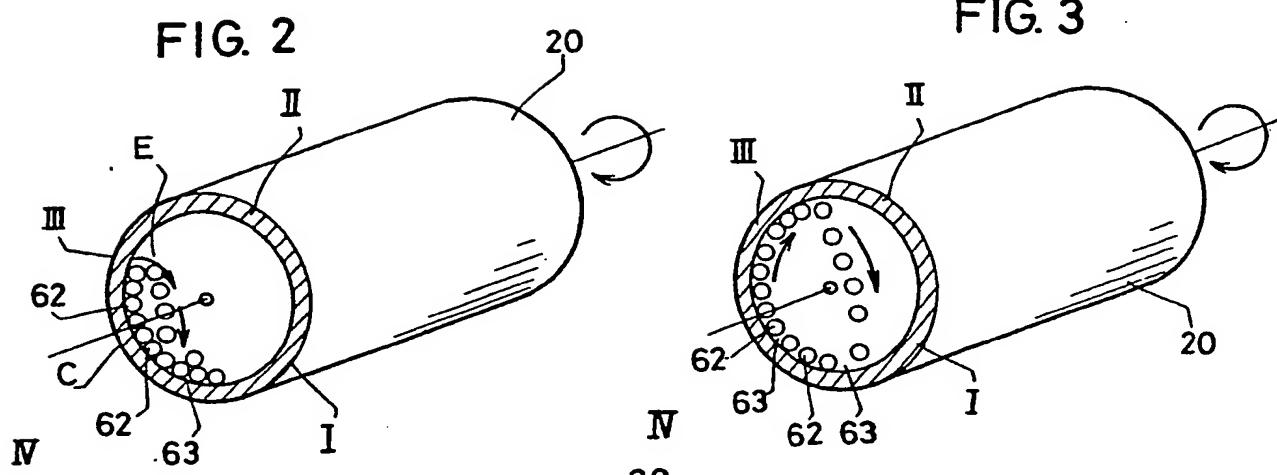
FIG. 1



3407608

26.03.84

25

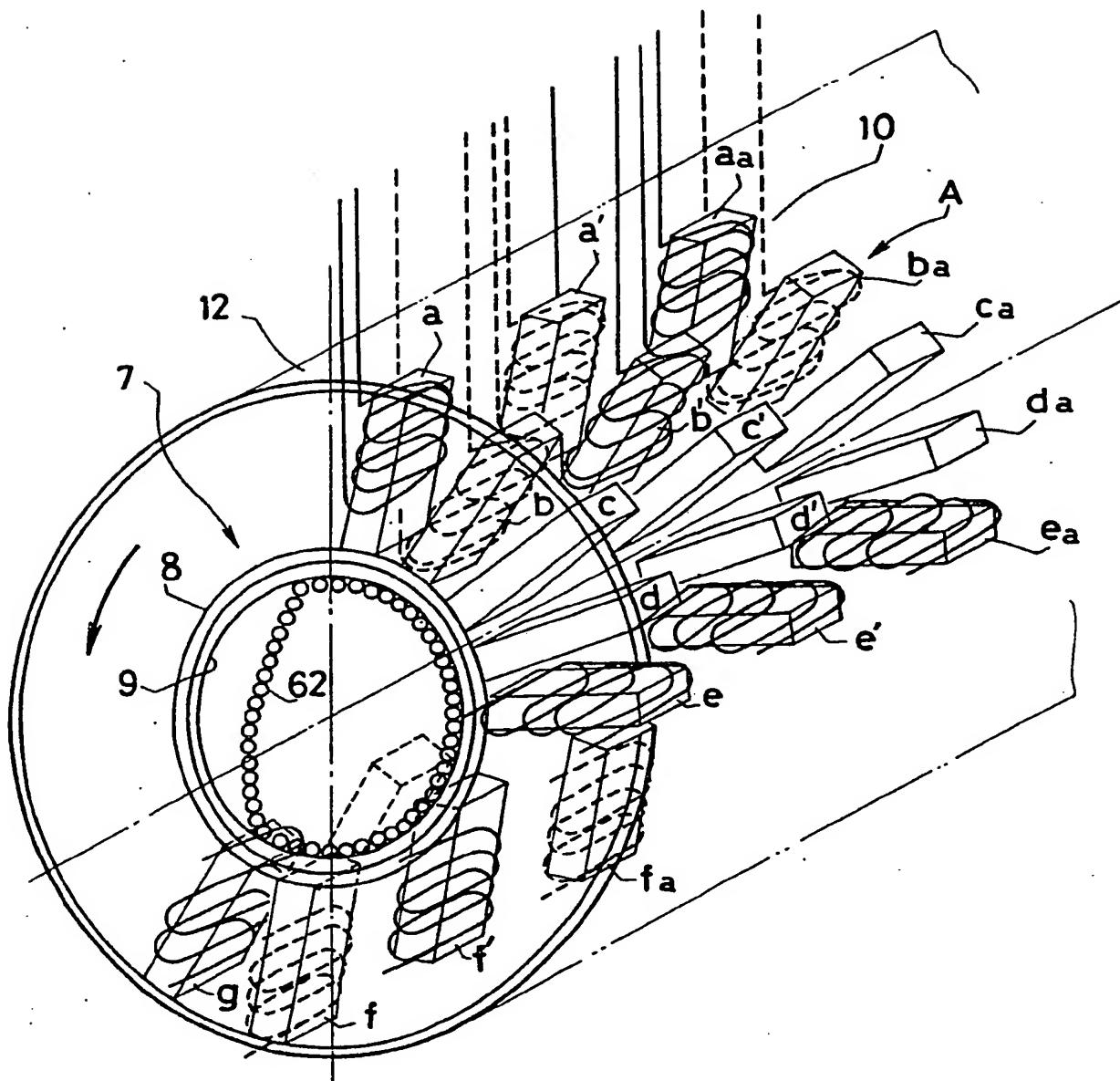


3407608

CONTINUATION  
26.

SEARCHED  
INDEXED  
FILED

FIG. 7



3407608

26.03.64

27-

NACHBEREICHT

FIG. 8

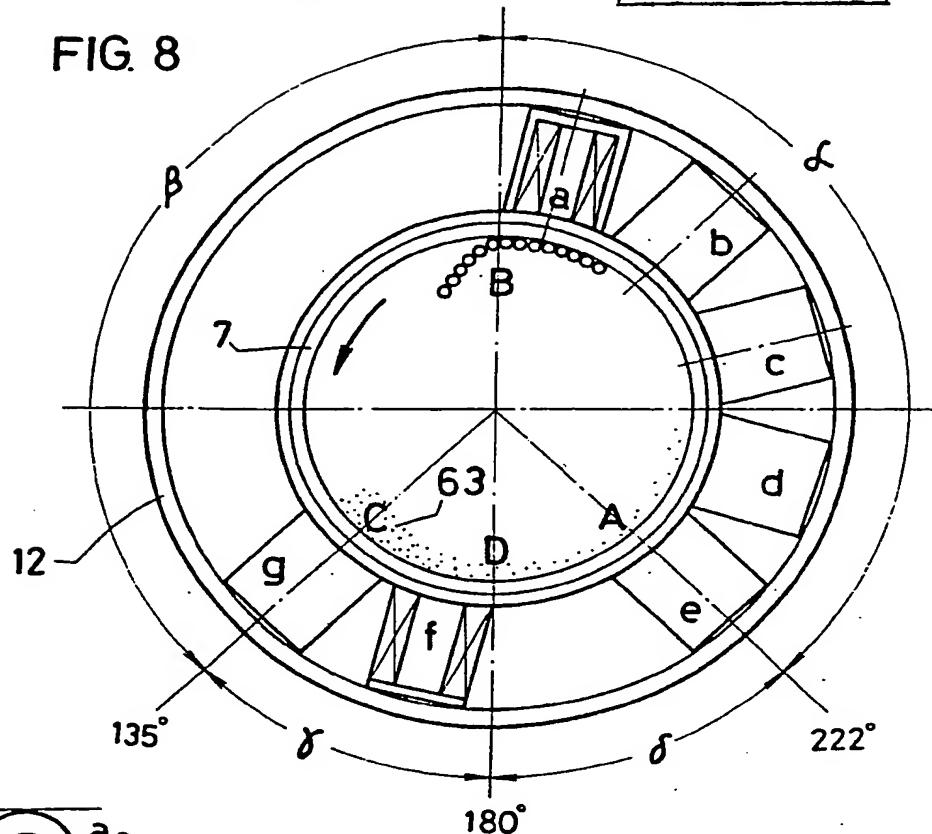
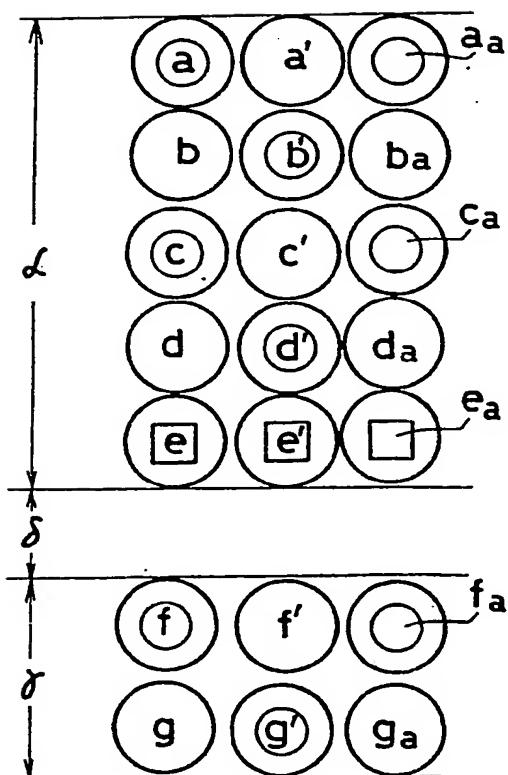


FIG. 9



○ ○ ... alternativ erregt

□ ... normal erregt

3407608

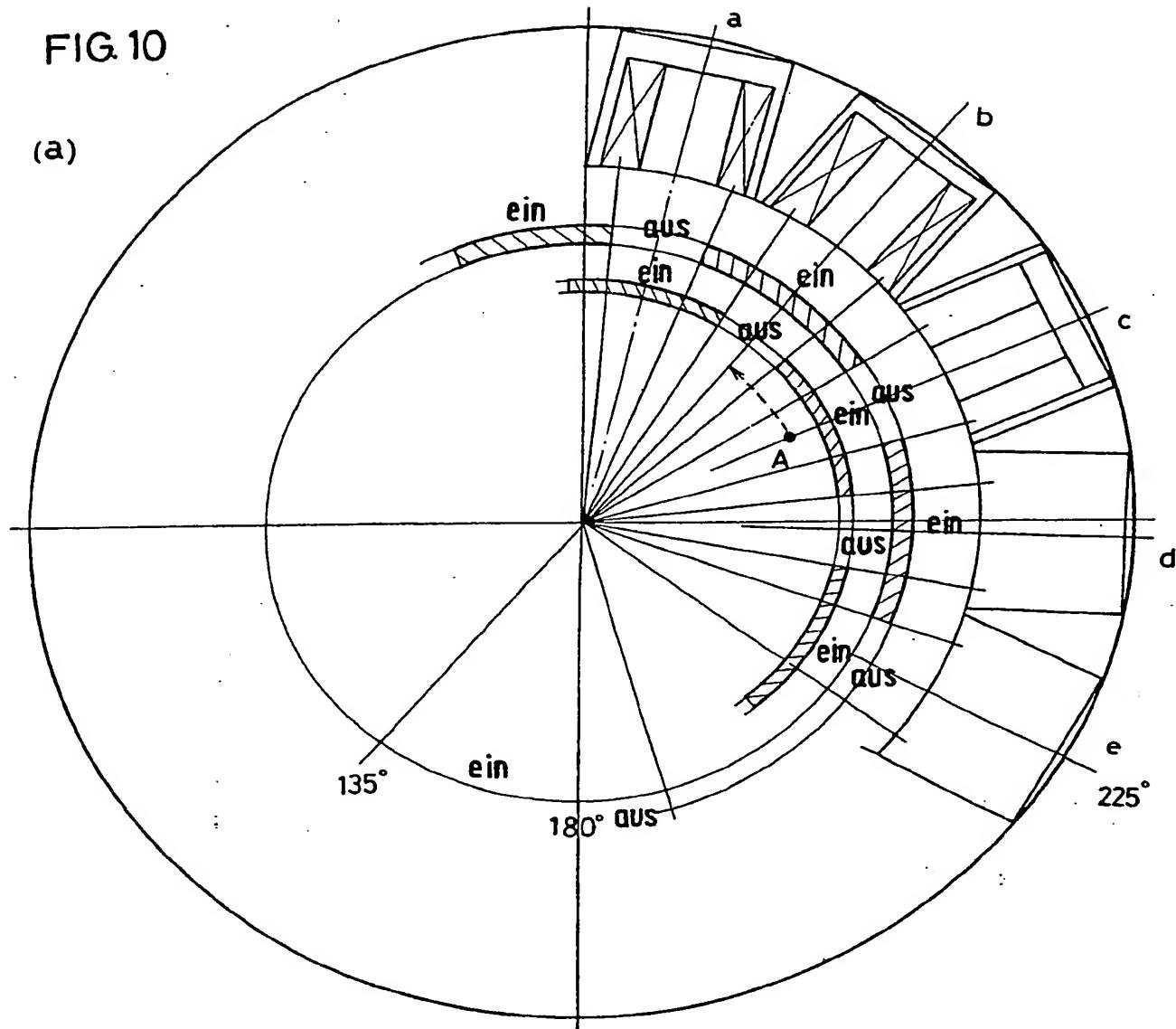
ANALOGUE

28.

BEREICHT

FIG. 10

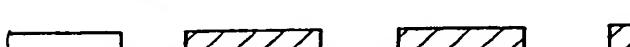
(a)



(b)



Impulse für 2 und 4



Impulse für 1, 3 und 5

3407608

26.03.64

29.

NACHBEREICHT

FIG. 11

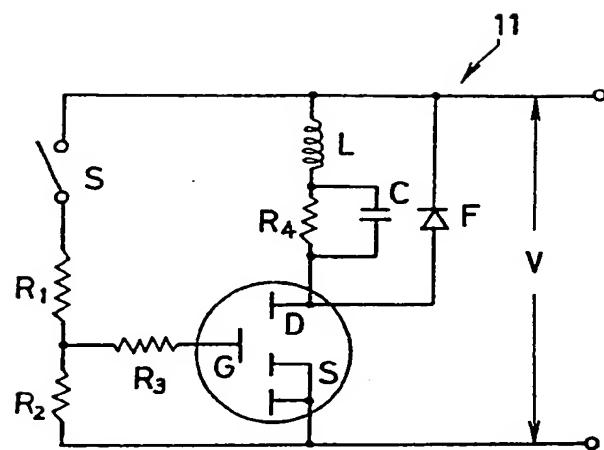


FIG. 12

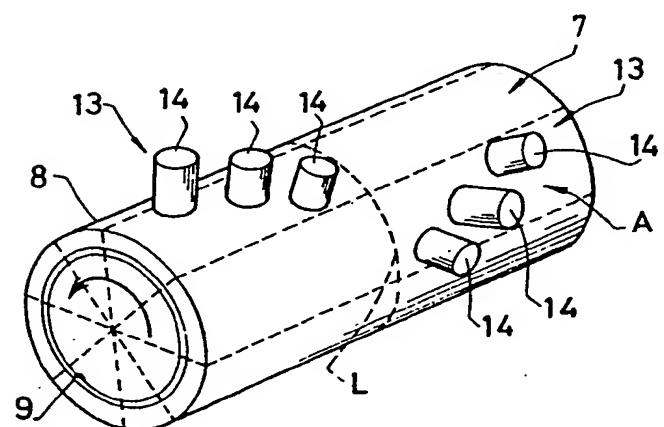
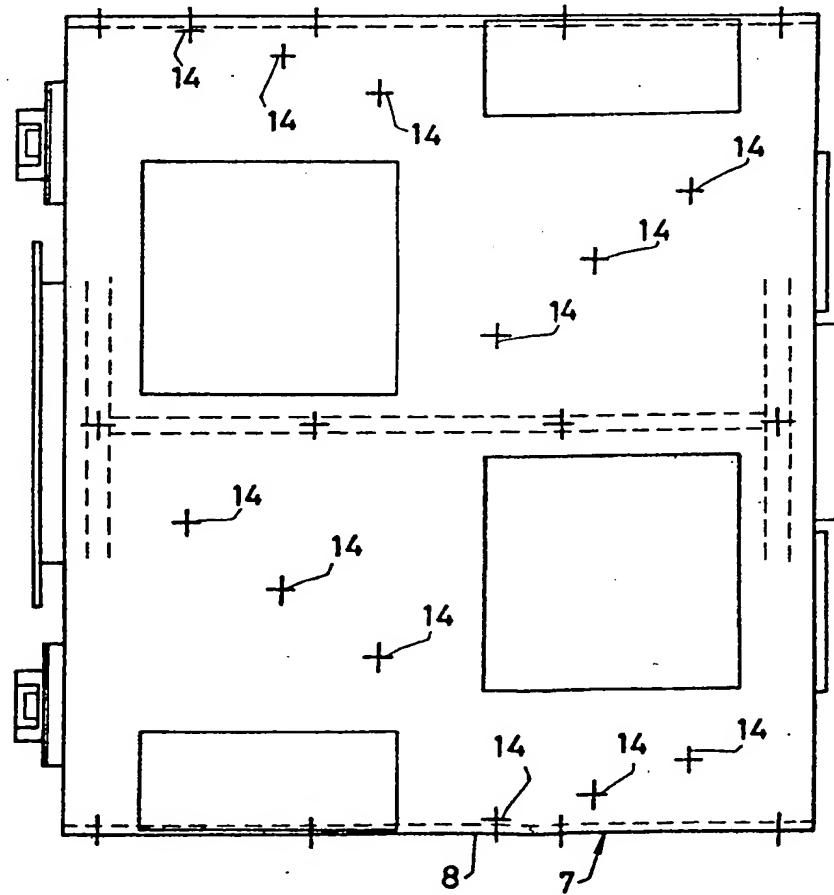
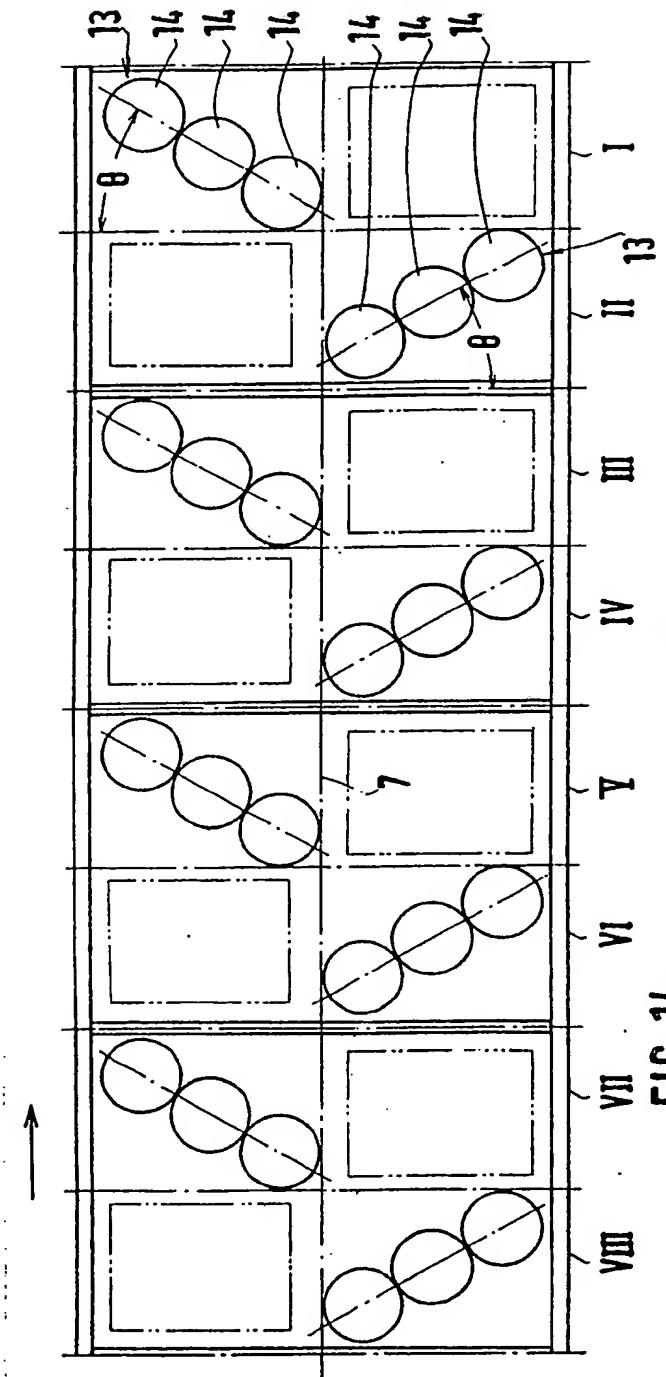


FIG. 13





三

